

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
18 janvier 2001 (18.01.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/04879 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: **G11B 5/49**,  
15/087, 23/36, 27/30, 19/12, 11/105

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): **THOMSON-CSF** [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:  
**PCT/FR99/01690**

(72) Inventeurs; et  
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): **COLINEAU, Joseph** [FR/FR]; Thomson-CSF Propriété Intellectuelle, Département Brevets, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR). **CLAUDEPIERRE, Christian** [FR/FR]; Thomson-CSF Propriété Intellectuelle, Département Brevets, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex

(22) Date de dépôt international: 9 juillet 1999 (09.07.1999)

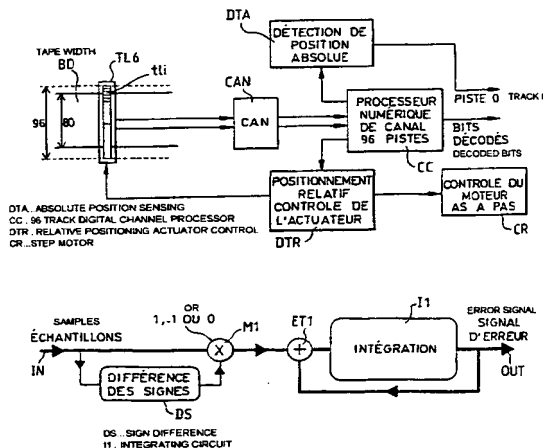
(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: TRACKING SYSTEM FOR RECORDING/READING A DATA MEDIUM AND RECORDING MEDIUM

(54) Titre: SYSTEME DE SUIVI DE PISTE POUR L'ENREGISTREMENT/LECTURE D'UN SUPPORT D'INFORMATIONS ET SUPPORT D'ENREGISTREMENT



(57) Abstract: The invention concerns a system for reading magnetic media comprising several tracks of data readable in parallel, and comprising a detecting device (TL6) comprising as many sensors (TLi) as there are tracks, for simultaneously reading at regular intervals an information sample on each track. Said system further comprises: a processing circuit (M1) receiving each information sample ( $x_i$ ) to be processed from each track and the sample ( $x_{(i-1)}$ ) of a first neighbouring track and the sample ( $x_{(i-1)}$ ), of a second neighbouring track, and calculating the diaphony affecting the information sample to be processed on account of the neighbouring tracks; an integrating circuit (I1) receiving the resulting calculated diaphony value, integrating said values obtained at each reading time, then integrating the values obtained at subsequent reading times; a control circuit monitoring the relative track (CR) receiving the integration result from the integrating circuit (I1) and delivering a control track monitoring signal of the detecting device. The invention is useful for reading high density magnetic tapes.

(57) Abrégé: L'invention concerne un système de lecture d'un support magnétique possédant plusieurs pistes d'informations lisibles en parallèle, et comprenant un dispositif de détection (TL6) comportant au moins autant de détecteurs (TLi) qu'il y a de pistes, permettant de lire simultanément et à intervalles réguliers un échantillon d'information sur chaque piste. Ce système comporte en outre: un circuit de traitement (M1) recevant chaque échantillon d'information ( $x_i$ ) à traiter de chaque piste ainsi que l'échantillon ( $x_{(i-1)}$ ) d'une

[Suite sur la page suivante]

Best Available Copy

WO 01/04879 A1

Best Available Copy



(FR). **AUDOIN, Michel** [FR/FR]; Thomson-CSF Propriété Intellectuelle, Département Brevets, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(84) **États désignés (régional)**: brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(74) **Représentant commun**: **THOMSON-CSF PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE**; Département Brevets, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

**Publiée:**

— Avec rapport de recherche internationale.

(81) **États désignés (national)**: JP, US.

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

première piste voisine et l'échantillon ( $x_{(i-1)}$ ) d'une deuxième piste voisine, et calculant la diaphonie dont est affecté l'échantillon d'information à traiter en raison des pistes voisines; un circuit d'intégration (11) recevant la valeur de diaphonie ainsi calculée, intégrant lesdites valeurs obtenues à chaque instant de lecture, puis intégrant les valeurs obtenues aux instants de lecture suivants; un circuit de contrôle de suivi de piste relatif (CR) recevant le résultat d'intégration du circuit intégrateur (11) et fournissant un signal de commande de suivi de piste du dispositif de détection. Application: système de lecture de bandes magnétiques haute densité.

## SYSTEME DE SUIVI DE PISTE POUR L'ENREGISTREMENT/LECTURE D'UN SUPPORT D'INFORMATIONS ET SUPPORT D'ENREGISTREMENT

L'invention concerne un système de suivi de piste pour l'enregistrement/lecture d'un support d'informations, notamment pour un support d'informations multipistes tel qu'une bande magnétique à multipistes disposées longitudinalement sur la bande.

5 L'invention s'applique notamment à la lecture d'enregistrements magnétiques ou optiques et, dans ce cadre, à la lecture d'enregistrement haute densité. Elle trouve une application préférentielle dans les systèmes d'enregistrements tels que les périphériques informatiques et tous systèmes professionnels.

10 Elle peut être étendue aux enregistrements sur bande optique et sur disque magnétique ou optique, dès lors que l'on veut y lire plusieurs pistes en parallèles.

L'enregistrement haute densité sur des pistes parallèles pose un double problème à la relecture de suivi et de séparation des pistes. La faible  
15 largeur des pistes (inférieure à 20  $\mu\text{m}$ ) fait qu'il est difficile sur un lecture à bande d'assurer la précision du suivi de piste sur la base du seul guidage mécanique du bord de bande.

La nécessité de garantir l'interopérabilité des bandes et des lecteurs vient aggraver cette difficulté.

20 Par ailleurs, l'obtention d'un bon rapport signal à bruit en lecture nécessite de relire toute la largeur de piste, ce qui exclut l'existence d'une garde entre pistes et induit des phénomènes de diaphonie de lecture de piste à piste.

L'augmentation de la densité longitudinale de piste des systèmes  
25 d'enregistrement/lecture linéaires rend nécessaire la mise en place de systèmes performants de suivi de piste, permettant de positionner le système de lecture en face des pistes écrites avec une erreur résiduelle faible devant la largeur de piste. La précision de positionnement et de guidage donnée par la mécanique du transport de bande n'est en effet plus  
30 suffisante pour garantir naturellement un bon positionnement.

Certains systèmes permettent des enregistrements sur des pistes jointives avec un pas inférieur à 10  $\mu\text{m}$ . La lecture d'un tel enregistrement peut se faire optiquement comme cela est décrit dans le brevet français n°

89 17313 (voir figure 1). Un dispositif de détection multi-pixels TL6 reçoit un faisceau lumineux porteur des informations lues sur la bande magnétique BD. Pour que les pixels reçoivent les informations de pistes de la bande et que chacun puisse lire une piste déterminée, un système TL5 de déflexion  
5 du faisceau de lecture est prévu entre la bande et le dispositif de détection. Par exemple, un activateur à miroir ou à lame permet la déflexion en faisceau optique de lecture à une vitesse suffisante pour assurer en permanence le bon positionnement des pixels du dispositif de détection par rapport aux pistes correspondantes.

10 Les systèmes de suivi de piste habituellement mis en oeuvre dans les enregistreurs linéaires sont basés sur la lecture permanente ou périodique d'une ou plusieurs pistes de contrôle sur lesquelles des signaux définis (fréquences « pilotes » par exemple) ont été enregistrés. Un signal d'erreur de position est extrait du traitement du signal de cette(ces) piste(s),  
15 et agit sur un actuateur, qui effectue un déplacement relatif du faisceau de lecture par rapport aux détecteurs.

Dans le cas de la technologie multipiste à lecture optique, l'accès simultané à un grand nombre de pistes jointives permet d'élaborer directement un signal d'erreur à partir de l'observation de la diaphonie de  
20 lecture entre ces pistes. Le signal d'erreur peut alors être exploité pour contrôler la position de l'actuateur.

Le brevet français n° 92 15474 décrit un dispositif d'asservissement basé sur ce procédé. Ce système assure un positionnement « relatif », c'est-à-dire qu'il permet le bon centrage des  
25 éléments photosensibles du détecteur (pixels) de lecture sur le centre des pistes relues. Il est complété par un second dispositif qui élabore un signal d'erreur si le positionnement relatif ne fait pas correspondre le pixel j à la piste j.

L'invention fournit un système qui présente un temps de réponse  
30 plus court que les systèmes connus et qui permet une correction plus rapide du suivi de piste. De plus, ce système est moins contraignant pour le format d'enregistrement.

L'invention concerne donc un système de lecture d'un support magnétique possédant plusieurs pistes d'informations lisibles en parallèle, et  
35 comprenant un dispositif de détection comportant au moins autant de

détecteurs qu'il y a de pistes, permettant de lire simultanément et à intervalles réguliers un échantillon d'information sur chaque piste, ledit dispositif de détection comportant un registre à décalage parallèle/série recevant en parallèle les échantillons d'informations lus par les détecteurs à  
5 chaque instant de lecture et les retransmettant sous forme série, caractérisé en ce qu'il comporte :

- ♦ un circuit de traitement recevant chaque échantillon d'information à traiter de chaque piste ainsi que l'échantillon d'une première piste voisine et l'échantillon d'une deuxième  
10 piste voisine, multipliant la valeur dudit échantillon :
  - par +1 lorsque l'échantillon de la première piste voisine est négatif et l'échantillon de la deuxième piste voisine est positif ;
  - par -1 lorsque l'échantillon de la première piste voisine  
15 est positif et l'échantillon de la deuxième piste voisine est négatif ;
  - par 0 lorsque les échantillons des pistes voisines sont de même signe ;
- ♦ un circuit d'intégration recevant chaque valeur d'échantillon ainsi multipliée, intégrant lesdites valeurs obtenues à chaque  
20 instant de lecture, puis intégrant les valeurs obtenues aux instants de lecture suivants ;
- ♦ un circuit de contrôle de suivi de piste relatif recevant le résultat d'intégration du circuit intégrateur et fournissant un  
25 signal de commande de suivi de piste du dispositif de détection.

L'invention concerne également un support d'enregistrement comportant plusieurs pistes enregistrables en parallèle, caractérisé en ce que lesdites pistes comportent chacune une zone préambule enregistrées  
30 ou enregistrables en parallèle, lesdites zones contenant des informations permettant de localiser les pistes lues par rapport aux autres.

Les différents objets et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement dans la description qui va suivre faite à titre d'exemple et dans les figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un système de lecture de bande magnétique connu dans la technique ;
- la figure 2, un exemple général de réalisation du système de l'invention ;
- 5 - la figure 3, un exemple de positionnement de détecteurs par rapport aux pistes d'une bande magnétique ;
- la figure 4, un exemple général de réalisation d'un circuit de détection de position relative des pistes d'un support d'enregistrement par rapport à un dispositif de détection ;
- 10 - la figure 5, un exemple de réalisation détaillé du circuit de la figure 4 ;
- la figure 6, un dispositif de détection associé à un support d'enregistrement multipistes ;
- la figure 7, un exemple d'organisation d'un système de suivi de piste absolu selon l'invention ;
- 15 - la figure 8, un exemple de circuit permettant de mettre en oeuvre un circuit de contrôle de suivi de piste absolu selon l'invention.

Selon l'invention, la fonction d'élaboration du signal d'erreur est  
20 indépendante du système de correction de diaphonie, ce qui permet une optimisation indépendante des deux fonctions. Par ailleurs, le procédé de positionnement absolu ne nécessite plus d'utiliser un code de modulation particulier auquel on vient apporter des violations, mais repose sur des zones indépendantes des zones de données, permettant ainsi d'utiliser tout  
25 type de code de modulation adapté au canal. Les signaux particuliers utilisés pour le positionnement absolu peuvent être choisis en fonction de la performance globale désirée (temps de détection de la position absolue). Enfin, positionnements absolu et relatif sont maintenant dissociés, ce qui permet un temps d'établissement beaucoup plus court.

30 Le fonctionnement général est le suivant :

- le système de lecture possède un nombre d'éléments (pixels) plus important que le nombre de pistes ;
- la boucle de positionnement relatif assure un alignement des pixels sur les pistes les plus proches ;

- un système de détection de position absolue détermine où sont situées les pistes physiques, ou, ce qui est équivalent, indique le numéro du pixel correspondant à la première piste (piste 0) ;
- l'électronique de lecture traite les signaux de tous les pixels ;
- 5 - l'information de position des pistes est transmise à l'électronique de traitement des données décodées, qui, elle, ne traite que les données des pistes physiques.

La figure 2 représente un diagramme général du système de l'invention. Ce système comprend un dispositif de détection TL6 comportant  
10 une rangée de détecteurs tli. La largeur de cette rangée de détecteurs est plus large que la largeur de la bande BD à lire. Par exemple, comme indiqué sur la figure 2, pour un nombre de pistes de 80, le dispositif de détecteur TL6 comprend 96 détecteurs tli. Le dispositif de détection TL6 comporte de manière connue un circuit CCD non représenté permettant de transmettre  
15 les signaux détectés sur les pistes vers des circuits de traitement. Ces circuits de traitement comprennent un convertisseur analogique-numérique CAN, un processeur numérique CC capable de traiter les informations des 96 détecteurs. Un circuit de positionnement relatif DTR du dispositif de détection par rapport aux pistes est associé au processeur CC et commande  
20 un système de contrôle TL5 de la position du dispositif de détection par rapport aux pistes. Un circuit de détection de la position absolue DTA des détecteurs par rapport aux pistes est également associé au processeur pour indiquer la relation de position des détecteurs par rapport aux pistes.

Nous allons tout d'abord décrire la conception et un exemple de  
25 réalisation du circuit de positionnement relatif DTR.

Dans un système de lecture multipiste idéal, chaque élément de lecture  $i$  délivre à l'instant  $k$  un signal  $x_{i(k)}$  proportionnel au symbole  $a_{i(k)}$  écrit sur cette piste.

Dans la pratique, le signal de lecture subit des déformations en  
30 raison de la

- 1- la présence de bruit  $b(k)$
- 2- des interférences entre symboles successifs d'une même piste (interférence intersymbole) par suite de la bande passante limitée du canal

3- des interférences entre symboles de pistes voisines (diaphonie interpiste) par suite des défauts de séparation entre pistes du système de lecture

5 4- des interférences entre symboles de pistes voisines par suite des défauts de positionnement et de guidage du support d'enregistrement ou des têtes d'écriture/lecture.

La figure 3 représente un ensemble de pistes parallèles de largeur  $w$ , et le système de lecture, positionné avec un écart  $d$  par rapport à la position optimale.

10 Le signal de lecture de l'élément de tête  $i$  à l'instant  $k$  est égal à :

$$x_{i(k)} = (1 - \frac{d}{w}) \cdot a_{i(k)} + \frac{d}{w} \cdot a_{i-1(k)} + b_{(k)}$$

Supposons que l'on connaisse le signal  $a_{i-1(k)}$  écrit sur la piste  $i$ -

15 1. Il est possible de calculer l'intercorrélacion de  $x_{i(k)}$  et de  $a_{i-1(k)}$ .

$$C_{ii-1} = \frac{1}{N} \sum_K x_{i(k)} \cdot a_{i-1(k)}$$

$$C_{ii-1} = \frac{1}{N} \sum [(1 - \frac{d}{w}) \cdot a_i + \frac{d}{w} a_{i-1(k)} + b_{(k)}] a_{i-1(k)}$$

20

$$C_{ii-1} = \frac{1}{N} \sum [(1 - \frac{d}{w}) \cdot a_{i(k)} \cdot a_{i-1(k)} + \frac{1}{N} \sum \frac{d}{w} \cdot a_{i-1(k)} \cdot a_{i-1(k)} + \frac{1}{N} \sum b_{(k)} \cdot a_{i-1(k)}]$$

Le premier terme représente l'intercorrélacion des signaux écrits sur les pistes  $i$  et  $i-1$ . Si les signaux des pistes sont statistiquement  
25 indépendantes, ce terme est nul.

De même, le dernier terme représente l'intercorrélacion du bruit et du signal. Si le bruit est indépendant du signal, ce terme est nul.

Le second terme représente l'autocorrélacion du signal de la piste  $i-1$ . C'est l'énergie du signal sur  $n$  échantillons. Il est constant en moyenne,  
30 et nous le prendrons égal à 1 par convention.

Alors



$$C_{i,i-1} = \frac{1}{N} \sum \frac{d}{w} \cdot a_{i-1}(k) \cdot a_{i-1}(k) \approx \frac{d}{w}$$

Dans le cas représenté sur la figure,  $C_{i,i+1}$  est nul. Si l'écart du détecteur rapport aux pistes est dans l'autre sens,

5

$$C_{i,i-1} = 0$$

$$C_{i,i+1} \approx \frac{d}{w}$$

10 On peut donc extraire un signal d'erreur de position basé sur les signaux de la piste i :

$$C_{i,i-1} - C_{i,i+1} \approx \frac{d}{w}$$

15 Afin d'améliorer la qualité de ce signal, il est avantageux de faire ce calcul pour chacune des pistes, et de faire la moyenne des résultats

$$\frac{d}{w} \approx \frac{1}{p} \sum [C_{i,i-1} - C_{i,i+1}]$$

20 Selon l'invention, on effectue le calcul directement, afin de s'affranchir des contraintes de temps de réponse et d'arrondis dimensionnés pour un fonctionnement optimum du correcteur de diaphonie.

A l'instant k :

25 
$$\varepsilon(k) = \frac{1}{p} \sum_i C_{i,i-1}(k) - C_{i,i+1}(k)$$

$$C_{i,i-1} = \frac{1}{N} \sum_k x_i(k) \cdot a_{i-1}(k)$$

30 Les signaux  $a_i(k)$  enregistrés sur les pistes sont approximés par le signe des échantillons relus sur cette piste. On réalise ainsi un décodage

simplifié du signal. L'intérêt de ce décodage simplifié est qu'il n'est pas nécessaire d'attendre la convergence des divers dispositifs de traitement du signal que l'on trouve généralement dans le canal de lecture (égaliseur adaptatif, PLL ...) pour disposer du signal décodé. L'approximation engendre  
 5 seulement un surcroît de bruit dans l'estimation de l'erreur de position :

$$C_{i,i-1} \# \frac{1}{N} \sum_k x_i(k) \cdot \text{sgn}(x_{i-1}(k))$$

d'où :

10

$$\varepsilon(k) = \frac{1}{NP} \sum_i \sum_k [x_i(k) \cdot \text{sgn}(x_{i-1}(k)) - x_i(k) \cdot \text{sgn}(x_{i+1}(k))]$$

ou encore :

15

$$\varepsilon(k) = \frac{1}{NP} \sum_i \sum_k x_i(k) \cdot [\text{sgn}(x_{i-1}(k)) - \text{sgn}(x_{i+1}(k))]$$

Cette dernière forme permet une implantation de l'algorithme particulièrement simple.

La figure 4 représente un exemple de réalisation simplifié du  
 20 circuit de positionnement relatif DTR.

Ce circuit reçoit sur son entrée IN les échantillons d'informations transmis sur la sortie série du CCD du dispositif de détection TL6. Chaque échantillon successif est transmis à un multiplicateur M1 où il est multiplié par un coefficient 1, -1 ou 0 fourni par le circuit DS selon les signes des  
 25 échantillons voisins.

Les échantillons ainsi multipliés sont intégrés dans un circuit d'intégration I1. La sortie OUT de l'intégrateur fournit un signal d'erreur permettant de corriger l'erreur de position relative du dispositif de détection par rapport aux pistes.

30 Le circuit DS permet de déterminer le coefficient de multiplication K de correction de diaphonie pour chaque échantillon. Pour un échantillon  $x_i$ , ce coefficient K prendre l'une des valeurs -1, +1 ou 0 en appliquant le tableau suivant :

Valeur du coefficient K	Signe de l'échantillon $x_{i-1}$	Signe de l'échantillon $x_{i+1}$
-1	$> 0$	$< 0$
+1	$< 0$	$> 0$
0	$> 0$	$> 0$
0	$< 0$	$< 0$

On voit donc que si les échantillons sont de même signe le coefficient K est nul. S'ils sont de signes contraires, le coefficient K a pour valeur +1 ou -1 selon les indications de ce tableau.

La figure 5 représente un exemple de réalisation détaillé du circuit DTR.

Ce circuit comporte deux circuits à retard R2 de retards équivalents permettant de transmettre au multiplicateur M1, en même temps qu'un échantillon  $X_i$ , l'échantillon précédent  $X_{i-1}$  et l'échantillon suivant  $X_{i+1}$ . L'échantillon  $X_i$  est transmis au multiplicateur M1 d'une part tel quel et d'autre part multiplié par -1. En ce qui concerne les échantillons  $X_{i-1}$  et  $X_{i+1}$ , seuls les signes de ces échantillons sont transmis par les circuits sgn1 et sgn2. Le circuit M1 reçoit également un signal représentant la valeur 0 d'un échantillon. Le circuit M1 est conçu pour comparer les signes des échantillons  $X_{i-1}$  et  $X_{i+1}$  et pour commander en application du tableau précédent, la transmission sur la sortie du circuit M1, soit du signal  $+X_i$ , soit du signal  $-X_i$  soit du signal 0.

Les traitements effectués sur les échantillons successifs contenus dans le CCD du dispositif de détection TL6 sont intégrés dans l'intégrateur I1.

Les échantillons d'information des différentes pistes détectés à un instant déterminé et contenus dans le registre CCD du dispositif de détection sont donc traités les uns après les autres comme cela vient d'être décrit et les résultats du traitement sont intégrés dans l'intégrateur I1. Ensuite, les échantillons des différentes pistes détectés aux instants suivants sont traités de la même façon et intégrés à la suite des précédents. L'intégration peut se faire dans le même intégrateur I1.

La profondeur de l'intégrateur dépend de l'amplitude moyenne des échantillons, de leur cadence, et du temps de réponse souhaité. A titre indicatif, pour une cadence de 15 millions d'échantillons par seconde, une profondeur de l'ordre de 20 bits permet d'obtenir une bande passante de la  
5 boucle d'asservissement de l'ordre de 30 Hz afin d'obtenir un temps d'accrochage court sans nuire à la précision du système en fonctionnement normal, il est possible de changer la constante de temps entre le régime d'accrochage et le régime de suivi de piste.

Le signal d'erreur codé sur 8 bits est constitué des bits de poids  
10 fort de cet intégrateur. Il est ensuite converti en grandeur analogique, filtré puis adapté à la commande du moteur électromagnétique.

Le résultat de l'intégration permet de commander le réglage de la position du dispositif de détection par rapport aux pistes de la bande, ou ce qui revient au même, dans le cas d'une lecture optique des pistes, de régler  
15 la déflexion du faisceau de lecture vers le dispositif de détection. Les détecteurs du dispositif de détection étant réglés quasiment sur les centres des pistes, il convient ensuite d'identifier les numéros des pistes lues.

On va maintenant décrire le circuit de détection de position relative DTR permet de régler la position des détecteurs par rapport aux  
20 centres des pistes lues. Cependant, comme on l'a vu également (figure 2), le dispositif de détection comporte un plus grand nombre de détecteurs qu'il y a de pistes. Tous les détecteurs sont néanmoins pris en compte dans la lecture. Il faut donc détecter les détecteurs PHS1 et PHS2 non utilisés dans la lecture des pistes (figure 6). Le circuit de détection de position absolue  
25 DTA permet de détecter ces détecteurs et d'identifier le détecteur correspondant à la première piste, celui correspondant à la deuxième piste, etc ...

Selon l'invention, on prévoit, de place en place sur le support d'enregistrement, des zones appelées préambules, contenant des signaux  
30 de caractéristiques particulières pour détecter les pistes.

Dans cette zone préambule, quelques pistes au moins, voire toutes les pistes, contiennent une information d'identification permettant d'indiquer le numéro des pistes.

Dans ces conditions, après avoir positionné le dispositif de détection par rapport aux pistes, les détecteurs qui lisent une information d'identification permettent d'identifier les numéros des pistes qu'ils lisent.

Le système identifie donc d'une part les détecteurs utiles pour la lecture de pistes et les numéros des pistes qu'ils lisent.

Une méthode préférentielle selon l'invention est d'imposer, dans la zone préambule, des signaux présentant une composante continue positive ou négative selon les pistes.

De plus, ces signaux présenteront de préférence des caractéristiques requises par d'autres considérations. Il est souhaitable, par exemple, que ces signaux soient peu corrélés de piste à piste afin de ne pas mettre en défaut le fonctionnement du circuit de détection de position relative DTR. Par ailleurs, ils doivent être aptes à être transmis et exploités correctement par le système (caractéristiques spectrales adaptées au canal, probabilité de transitions permettant un bon fonctionnement de la boucle à verrouillage de phase). Une méthode consiste par exemple à utiliser pour cette zone des signaux pseudo-aléatoires codés selon le code de modulation 8/10 ou un jeu de mots spécifiques de ce code, avec altération du codage. Dans ce système seule la zone de préambule est affectée par ce codage. Une variante peut consister à maintenir ce code dans les zones de données, si le code 8/10 est utilisé dans la zone de données.

Le code 8/10 à composante continue nulle possède un certain nombre de mots de code à composante continue non nulle ( $DC = \pm 2$ ). L'utilisation normale de ce code prévoit qu'un mot à composante continue positive doit être suivi d'un mot à composante continue négative. Si l'on viole cette règle systématiquement ou périodiquement, on engendre une composante continue non nulle sur la piste correspondante. L'intégrale de cette composante continue est généralement appelée DSV (Digital Sum Value). L'idée est de rendre la DSV de chaque piste moyennement croissante ou décroissante suivant un schéma prédéfini pour l'ensemble des pistes et créer ainsi une référence piste absolue. A la lecture, on distingue alors les pistes à DSV croissante de celles à DSV décroissante. A l'écriture, on rend les DSV des pistes alternativement croissantes sur  $n$  pistes puis décroissantes sur  $n$  pistes suivantes.

Ceci entraîne une modification qualifiée d' « altération » sur l'algorithme du codage initial. On parlera aussi de « modulation de la DSV » pour qualifier une variation croissante ou décroissante de celle-ci.

La méthode pour rendre une DSV croissante consiste à ne pas  
5 compenser un mot codé  $DC = +2$  par un mot codé  $DC = -2$  et d'altérer la DSV en autorisant donc deux mots codés  $DC = +2$  consécutifs. Pour rendre la DSV décroissante, il suffit par contre de compenser deux fois un mot code  $DC = +2$  par un mot code  $DC = -2$  et autoriser donc deux mots codés avec  
10  $DC = -2$  consécutifs. Il est aussi possible de violer systématiquement la règle d'encodage, ce qui engendre une composante continue plus forte au prix d'une pénalité plus grande au décodage, si la composante continue n'est pas reconstituée.

Pour évaluer la composante continue sur une piste, on intègre la suite des bits décodés sur cette piste pendant un temps donné, et on  
15 examine si le résultat est positif ou négatif.

Plutôt que d'intégrer les bits décodés piste par piste, il est possible de faire la corrélation entre le résultat attendu et celui qui est effectivement observé.

Par exemple, pour une altération de DSV de période 8 pistes, c'est-à-dire 4 pistes consécutives de DSV positives et 4 pistes consécutives de DSV négatives, l'algorithme est le suivant :

$$S1 = \text{somme } [(b_0 + b_1 + b_2 + b_3) - (b_4 + b_5 + b_6 + b_7)]$$

$$S2 = \text{somme } [(b_2 + b_3 + b_4 + b_5) - (b_6 + b_7 + b_0 + b_1)]$$

où  $b_i$  représente les échantillons de signal de la piste  $i$  modulo 8.

25 La valeur prise par  $S1$  et  $S2$  selon la position des pistes est représentée en figure 7.

Il est alors possible de déduire des valeurs de  $S1$  et  $S2$ , par une table de correspondance, l'écart de position des pistes par rapport à leur position théorique. Un tel tableau est le suivant :

S1	-2	-1	0	1	2
S2					
-2			2		
-1		3			
0	4				0
1		5		7	
2			6		

Inversement, ayant calculé les valeurs de S1 et S2 on en déduit le décalage de pistes.

- 5 Pour réduire la probabilité d'erreur, on pourra normaliser les valeurs prises par S1 et S2 en remarquant que  $|S1| + |S2| = \text{constante}$ .

On peut donc, par une modulation de la DSV de période 8 pistes, obtenir une information sur la position des pistes modulo 8 pistes. Si l'on veut une plage plus grande sans incertitude, on pourra augmenter cette

10 période.

Un circuit réalisant cette fonction est représenté en figure 8.

### Cas de l'utilisation de mots de code quelconques

- 15 Dans ce qui suit, on suppose que les mots de code sont choisis de manière aléatoire, mais que l'on applique une violation systématique de la règle d'encodage selon les pistes.

Le code comporte 256 mots, parmi lesquels 103 sont à DSV non nulle ( $DS = +2$  ou  $-2$ ). Pour un message équiprobable, la probabilité

20 d'occurrence d'un mot à DSV non nulle est donc  $103/256$ . En moyenne la DSV de cette séquence est :

$$+2 * 103/256 = 0.805$$

alors que le nombre de symboles canal correspondant est 10.

- La composante continue générée par la violation de code est
- 25 alors 0.08. Cette composante continue pénalise peu le fonctionnement du système, et en particulier le décodage (0.72 dB). Le bruit sur le signal d'erreur peut être évalué comme suit :

Pour une fréquence de mesure de  $B = 100$  Hz, nombre de symboles traités par période d'intégration  $1/B$  :

$$n = D/B$$

où  $D$  est le débit binaire brut

5 La fluctuation du contenu de l'intégrateur est de  $V_n$ .

Typiquement, sur une application 64 pistes  $D = 10$  Mb/s et  $V_n = 316$ .

Dans le cas d'un écart d'une piste, le signal d'erreur est alors, sur la même période :

10  $0.08 * D/B = 8000$

Soit un S/B de 29 dB.

La profondeur optimale de l'accumulateur reste à évaluer. Elle dépend du temps de détection souhaité.

## 15 Utilisation de mots de code particuliers

Dans un préambule, il est possible de prévoir des mots de code spécifiques. Il est possible, en particulier de n'utiliser que des mots à DSV non nulle, ce qui permet de gagner un facteur  $256/103 = 2.5$ , soit une  
20 amélioration de 8 dB sur le S/B, avec, cependant une augmentation sensible de la pénalité sur le décodage (2 dB), ce qui ne présente aucun inconvénient dans cette zone de préambule.

### Utilisation de mots n'appartenant pas à la table du code

25

Il est tout à fait possible de choisir des mots n'appartenant pas au code 8/10, et leur combinaison à l'intérieur de la piste et entre pistes, afin d'optimiser le fonctionnement global du système.

## 30 Autres modes de détections de la position des pistes

Il est également possible d'utiliser d'autres moyens de repérage des pistes : par exemple, un signal spécifique (fréquence pure ou séquence unique) sur une ou plusieurs pistes. Les critères de choix entre solutions



sont la robustesse (généralement mieux assurée si la détection se fait sur un ensemble de pistes) et la simplicité de la réalisation.

### **Exploitation du signal de position absolue**

5

Le système de détection délivre un signal (flag) de position d'au moins une piste, par exemple la piste zéro, en synchronisme avec les bits décodés de cette piste (figure 2). Cette information est utilisée par le système de réarrangement des données (électronique de dé-formatage)

10

pour ne retenir que les informations correspondant aux pistes réellement écrites (80/96 dans notre exemple).

## REVENDICATIONS

1. Système de lecture d'un support magnétique possédant plusieurs pistes d'informations lisibles en parallèle, et comprenant un dispositif de détection comportant au moins autant de détecteurs qu'il y a de pistes, permettant de lire simultanément et à intervalles réguliers un échantillon d'information sur chaque piste, ledit dispositif de détection comportant un registre à décalage parallèle/série recevant en parallèle les échantillons d'informations lus par les détecteurs à chaque instant de lecture et les retransmettant sous forme série, caractérisé en ce qu'il comporte :

- ♦ un circuit de traitement (M1) recevant chaque échantillon d'information ( $x_i$ ) à traiter de chaque piste ainsi que l'échantillon ( $x_{(i-1)}$ ) d'une première piste voisine et l'échantillon ( $x_{(i+1)}$ ) d'une deuxième piste voisine, et calculant la diaphonie dont est affecté l'échantillon d'information à traiter en raison des pistes voisines :
- ♦ un circuit d'intégration (I1) recevant la valeur de diaphonie ainsi calculée, intégrant lesdites valeurs obtenues à chaque instant de lecture, puis intégrant les valeurs obtenues aux instants de lecture suivants ;
- ♦ un circuit de contrôle de suivi de piste relatif (CR) recevant le résultat d'intégration du circuit intégrateur (I1) et fournissant un signal de commande de suivi de piste du dispositif de détection.

ledit circuit de traitement comportant des moyens permettant de multiplier la valeur de l'échantillon à traiter :

- par +1 lorsque l'échantillon de la première piste voisine est négatif et l'échantillon de la deuxième piste voisine est positif ;
- par -1 lorsque l'échantillon de la première piste voisine est positif et l'échantillon de la deuxième piste voisine est négatif ;
- par 0 lorsque les échantillons des pistes voisines sont de même signe.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le support d'information est lu à l'aide d'un faisceau lumineux qui est transmis

au dispositif de détection après lecture du support d'information, et en ce que le circuit de contrôle de suivi de piste relatif (CR) permet de commander un dispositif de déflexion du faisceau lumineux en fonction de la position du dispositif de détection.

- 5                   3. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de détection comporte un plus grand nombre de détecteurs qu'il y a de pistes à lire et en ce qu'il comprend :

- 10                   - un circuit de détection de position absolue (CTA) permettant d'identifier la piste lue par chaque détecteur du dispositif de détection ;
- un circuit de commande central (CC) commandant le fonctionnement dudit circuit de traitement (M1) dudit circuit d'intégration (I1) et dudit circuit de contrôle de suivi de piste relatif (CR), puis du circuit de détection de position absolue.

- 15                   4. Système selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour identifier, dans les informations lues par chaque détecteur, une ou plusieurs informations d'identité de piste.

- 20                   5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que les pistes du support d'information comporte des zones de préambule contenant lesdites informations d'identification.

6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que les zones de préambule des différentes pistes sont lisibles simultanément.

- 25                   7. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que les zones de préambule présentent des composantes positives ou négatives selon les pistes et en ce qu'un circuit permet de détecter les pistes à composantes continues positives et celles à composantes continues négatives.

- 30                   8. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que les pistes du support d'enregistrement sont réparties en groupes alternés de composantes positives et négatives.

9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte des groupes de quatre pistes de composantes positives qui alternent avec des groupes de quatre pistes de composantes négatives et en ce qu'il comporte :

- un premier circuit de sommation (S1) additionnant les signes des échantillons détectés par un premier groupe de quatre détecteurs (b0 à b3) et l'inverse des signes détectés par un deuxième groupe de quatre détecteurs (b4 à b7) ;
  - 5       - un deuxième circuit d'addition (S2) additionnant les signes des échantillons détectés par les deux premiers détecteurs du premier groupe de détecteurs et les deux derniers détecteurs du deuxième groupe et l'inverse des signes des échantillons détectés par les autres détecteurs de ces groupes de
  - 10       détecteurs ;
  - une table indiquant les numéros des pistes détectées par lesdits détecteurs en fonction des résultats des additions effectuées par les circuits d'addition.
10. Support d'enregistrement comportant plusieurs pistes
- 15   enregistrables en parallèle, comportant chacune une zone préambule enregistrées ou enregistrables en parallèle, lesdites zones contenant des informations permettant de localiser les pistes les unes par rapport aux autres, caractérisé en ce que les zones de préambules contiennent des informations à composants continues non nulles, les pistes étant réparties
- 20   en groupes de pistes contenant des informations à composants continues positives qui alternent avec des groupes de pistes à composants continues négatives.

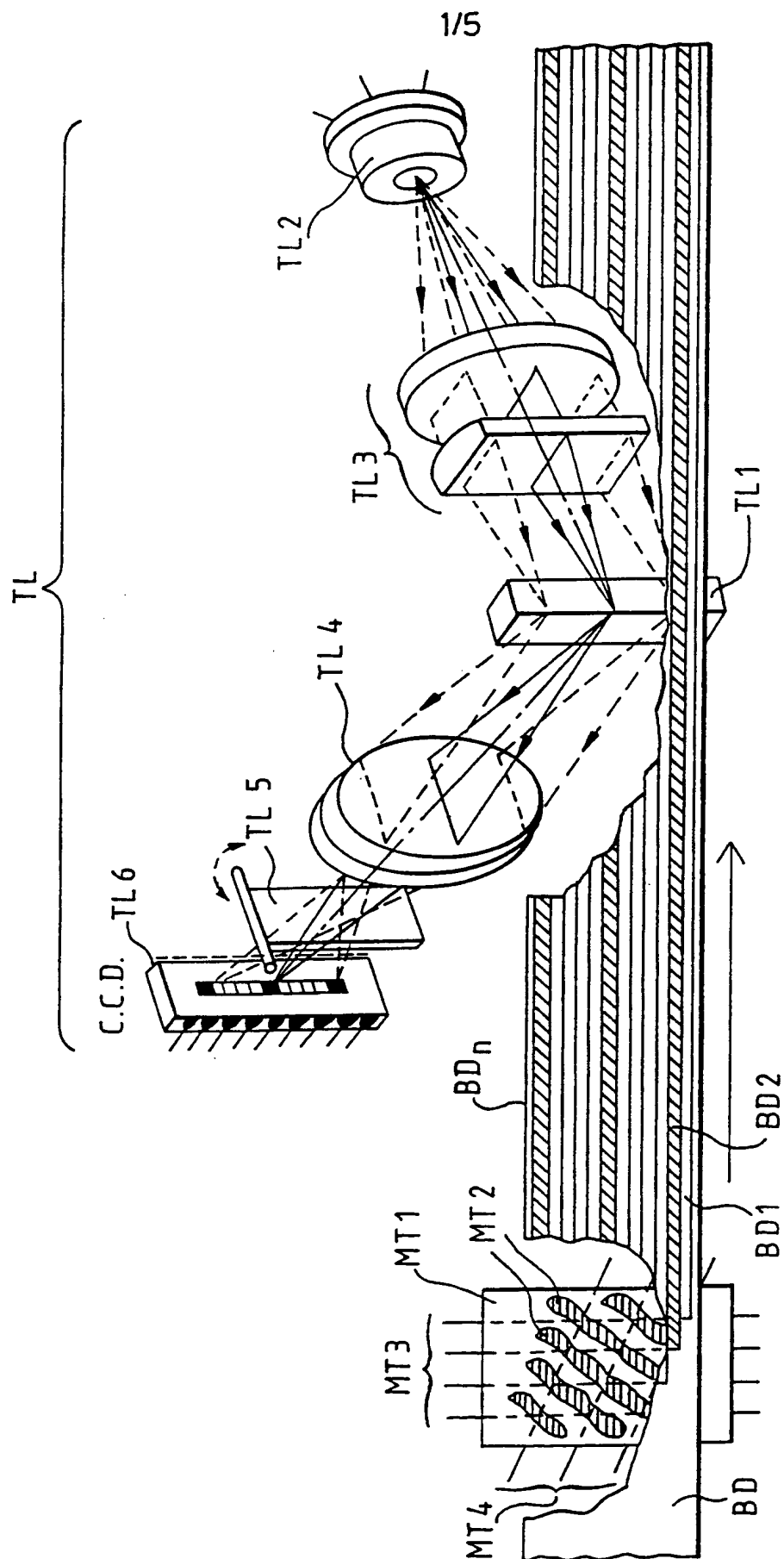


FIG.1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2/5

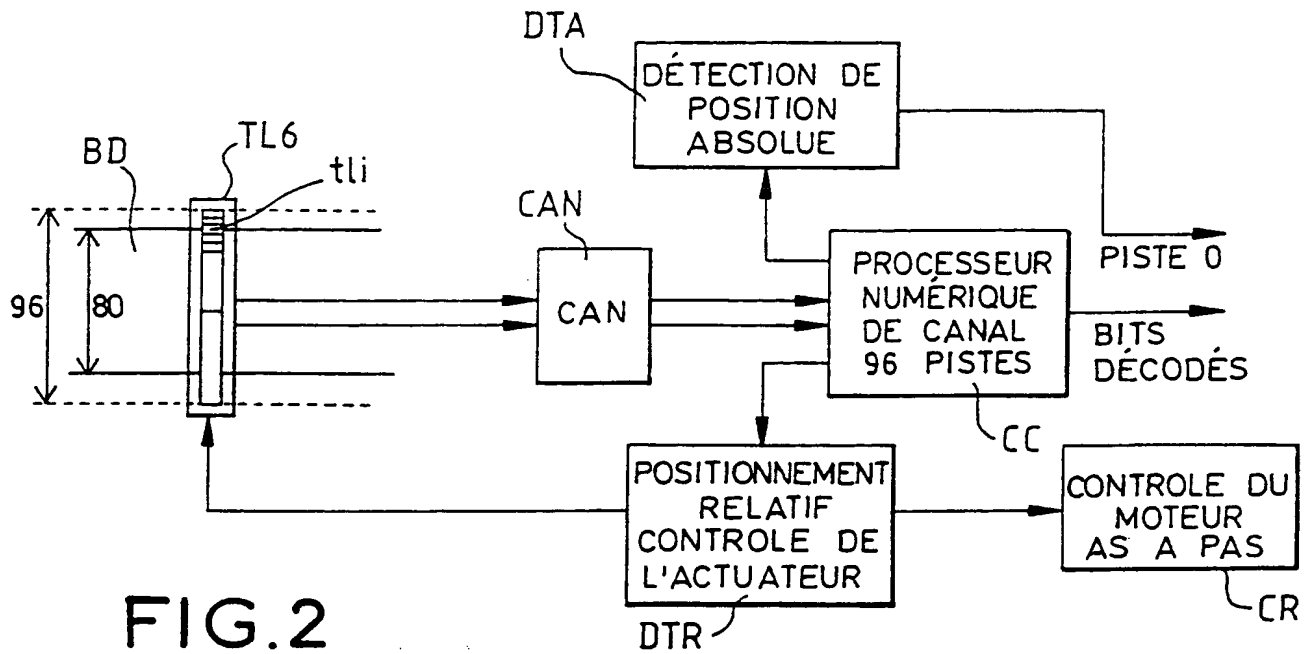


FIG. 2

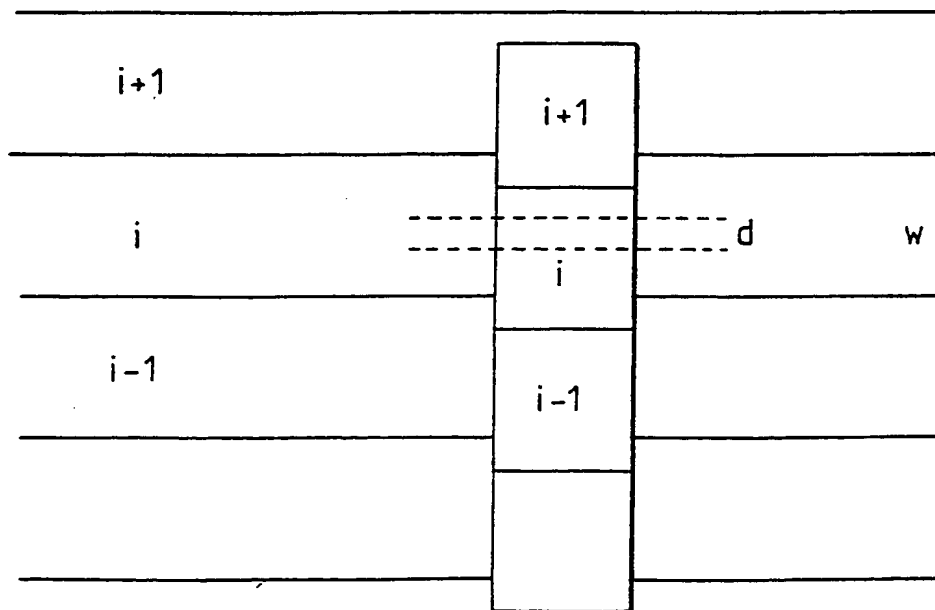
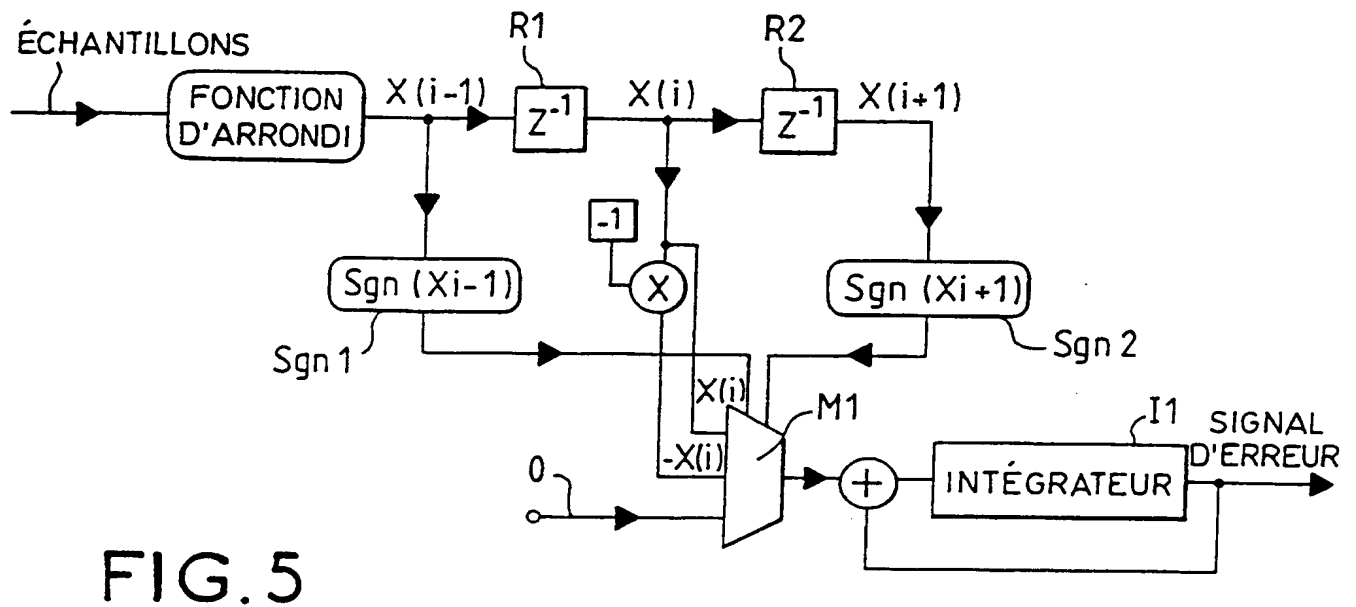
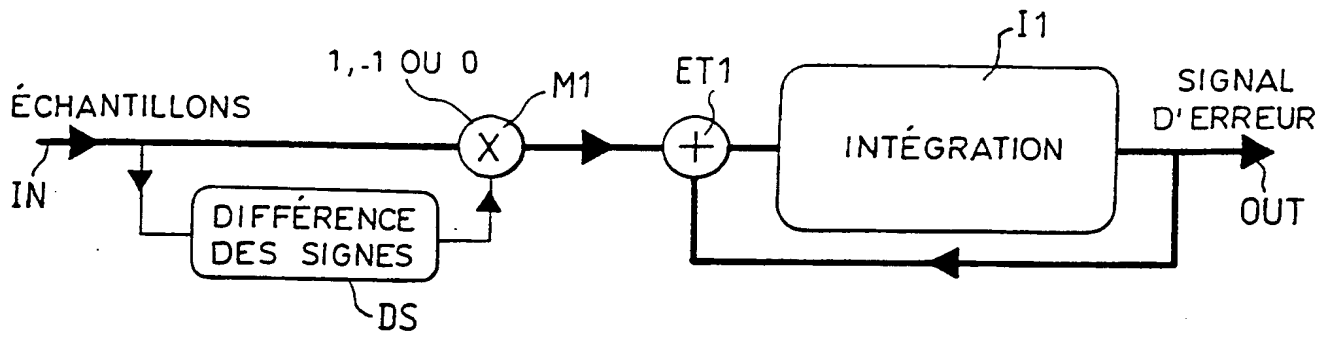


FIG. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4/5

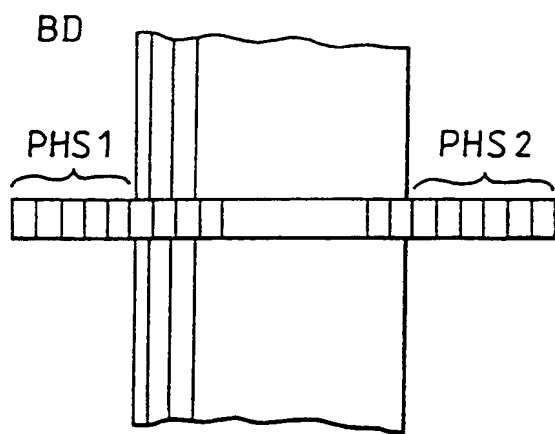


FIG. 6

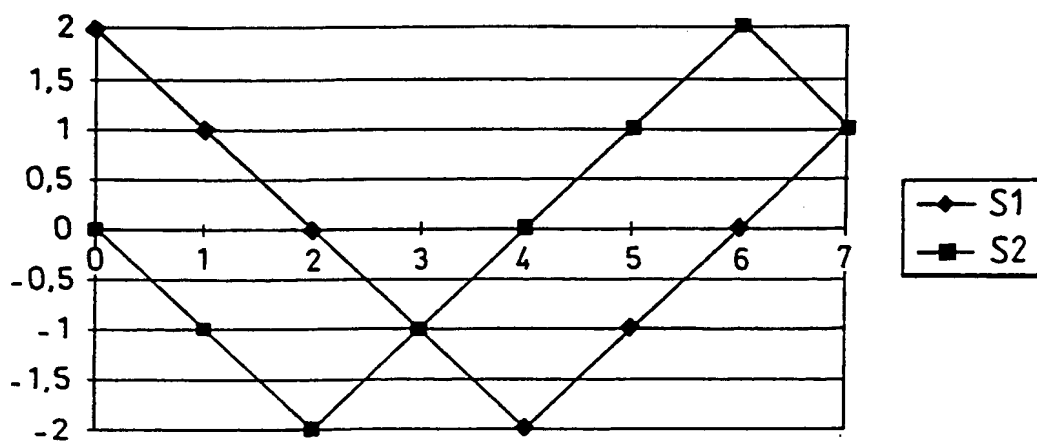


FIG. 7

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5/5

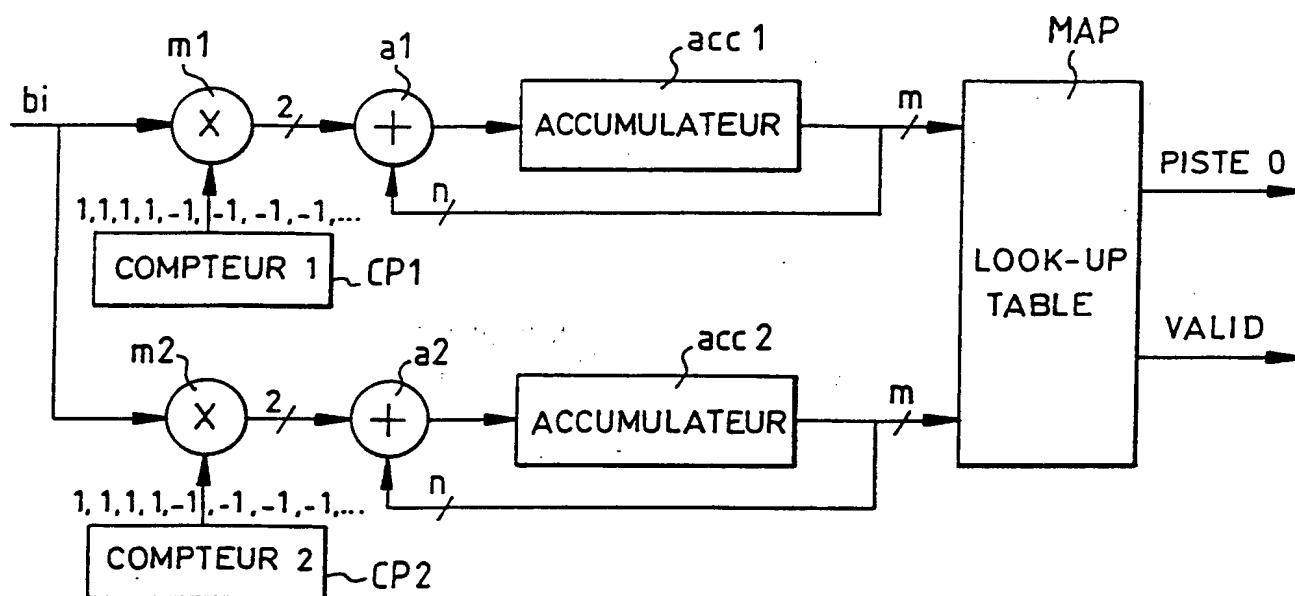


FIG.8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**